

5

⑩ 日本国特許庁 (J P)      ⑪ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報 (A)      平3-116120

⑬ Int. Cl. <sup>5</sup>      識別記号      庁内整理番号      ⑭ 公開 平成3年(1991)5月17日  
G 02 F 2/00      7348-2H  
H 04 B 10/04  
10/06  
8523-5K      H 04 B 9/00      L  
審査請求 未請求 請求項の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 光受信回路

⑯ 特 願 平1-254767

⑰ 出 願 平1(1989)9月29日

⑱ 発 明 者 水 落 隆 司 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社通信システム研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

光受信回路

2. 特許請求の範囲

局発光を出力する局部発振器と、前記局発光が導波される第1の導波路と、信号光が導波される第2の導波路と、前記第1の導波路及び前記第2の導波路中の局発光と信号光とを結合して結合光信号を出力するとともにその結合比が可変な結合手段と、前記結合手段から出力された結合光信号に基づき前記結合手段による結合を制御する制御手段、とを備えた事を特徴とする光受信回路。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光通信システムや光情報処理システム等に用いられるヘテロダイン検波またはホモダイン検波方式等の光信号受信回路に関するものである。

〔従来の技術〕

第9図は例えば特開昭64-11432号公報

に示された従来のコヒーレント光受信回路である。図において(1)は信号光、(2)は例えば半導体レーザよりなる局発光(a)を発生するための局部発振器としての局部発振光源、(3)は局発光(a)の偏光状態を制御する偏光制御器、(4)は信号光(1)と局発光(a)とを合波する光合波部、(5)は光合波部(4)で得られる合波光を受光して電気信号からなる中間周波信号を出力する光検出器、(6)は光検出器(5)で得られた中間周波信号を増幅する中間周波増幅器、(7)は前記中間周波信号を制御する周波数分離器、(8)は増幅された中間周波信号からベースバンド信号を得る包絡線検波器から成る復調器、(9)は前記ベースバンド信号の振幅を検出する振幅検出回路、(10)は前記ベースバンド信号から信号を再生する識別回路、(11)は検出された振幅レベルと所定の振幅レベルとの差を検出しその誤差信号を偏光制御器(3)にフィードバックする比較器である。

なお、偏光制御器(3)は $\lambda/2$ 波長板と $\lambda/4$ 波長板によつて構成されている。 $\lambda/2$ 波長板と $\lambda/4$ 波長板の組

## 特開平3-116120 (2)

合せて偏光状態の補正が可能であることは、例えば、昭和59年度電子通信学会、通信部門全国大会741の文献“コヒーレント伝送用偏波整合回路の検討”にも述べられている。

次に動作について説明する。信号光(1)は100 Mb/sで二値振幅偏移変調されている。局発振光源(2)からの出力である局発光(a)は、偏光制御器(3)を通つたのち光合波部(4)で信号波(1)と合成される。ここで得られた合波光は光検出器(5)で光受信され電気信号の中間周波信号(b)が形成される。得られた中間周波信号(b)はさらに中間周波増幅器(6)で増幅されたのち2つに分岐される。その一方は復調器(8)に入力されて信号復調に使われ、もう一方は周波数弁別器(7)に入力されて中間周波数の制御に使われる。中間周波数の制御は、周波数弁別器(7)によつて所定の中間周波数からのずれに対応した信号を得、その出力を局発振光源(2)の注入電流にフィードバックする事によつて行われる。信号の復調は復調器(8)によつておこなわれる。比較器(11)は復調器

(8)の出力が常に一定になるように制御信号(h)を出力する。すなわち復調器(8)の出力振幅を振幅検出回路(9)で検出し比較器(11)で所定の振幅レベルとの差を検出し、その差に基く制御信号を偏光制御器(3)にフィードバックする。偏光制御器(3)は、復調器(8)の出力振幅が大きい場合には信号光(1)と局発光(a)の偏光状態に差をつけるように動作する。この従来例では比較器(11)の出力により $\lambda/2$ 波長板を機械的に回転させ、信号光(1)と局発光(a)の偏光角に差をつけて復調器(8)の出力が常に一定になるように構成されている。なお、このとき、 $\lambda/2$ 波長板の軸は信号光と局発光の偏角度が一致するように調整する。これにより復調器(8)の出力は常に一定に保たれる。この一定レベルの出力が鑑別回路(10)に入力され信号が再生される。

【発明が解決しようとする課題】

上記のような従来の光受信回路は入力信号光レベルのレンジを広くとるため、偏光方向が偏光制御器で制御された局発光を光合波部で信号光と合

波する。しかし上述の従来の光受信回路では、偏光板の回転により偏光状態を変える構成であるため、高速の光強度変化に対して追従が困難であるという問題がある。

本発明はかかる問題を解決するためになされたもので、高速の光強度変化に対応できる光受信回路を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

本発明に係る光受信回路においては、第1の導波路及び前記第2の導波路中の局発光と信号光とを結合して結合光信号を出力する結合手段を設け、この結合手段から出力された結合光手段に基き前記結合手段による結合を制御する制御手段を設けたものである。

【作用】

上記のように構成された光受信回路は、第1の導波路により導波された局発光と第2の導波路により導波された信号光とを結合手段により結合される。この結合は前記結合手段の出力に基き、制御手段により制御される。

【発明の実施例】

第1図はこの発明の一実施例の概要を示すブロック図である。第1図において、従来の光受信回路を示す第9図と同一符号は相当部を示す。(4a)は結合光信号を出力する結合手段としての方向性結合器からなる光合波器、(12)は制御手段としての振幅検出回路、(13)は制御手段としての比較器である。ここで光合波器(4a)の構成を第2図に基き更に詳細に述べると、第2図において(14)は強度P<sub>1</sub>の信号光(1)を入力するための端子、(15)は強度P<sub>2</sub>の局発光(a)を入力するための端子、(16)は結合光(c)を出力するための端子、(17)も結合光(c)を出力するための端子であるが、本発明の実施例においては結合光(c)の出力は1本しか必要としないので、この端子(17)はあき端子とする。(18)は可変制御電源、(19)は可変制御電源(18)に接続した電極、(20)はニオブ酸リチウムなどの電気光学結晶で構成された基板、(21a)は端子(14)と端子(15)とを接続する光ファイバー等の第2の導波路としての光導波路、(21b)は端子

## 特開平3-116120 (3)

(15)と端子(17)とを接続する光ファイバー等の第1の導波路としての光導波路、(22)は可変制御電源(18)の制御部である。なお光導波路(21a)と光導波路(21b)とは第3(a)図に示すように例えば両光導波路(21a)、(21b)の側面をそれぞれある一定間隔をおいて平行に設置する。また、第3(a)図の構成のほか第3(c)図のように、両光導波路(21a)、(21b)をはりあわせてもよい。この場合はりあわせ面は、研磨されている。

次に第1図に示された実施例の概要動作について説明する。第1図において、局発振光源(2)からの出力である局発光(a)は広い強度範囲を有する信号光(1)に光合波器(4a)を用いて結合される。広い強度範囲を有する信号光(1)とは、信号光(1)の伝搬路の状態が悪い場合は、信号光(1)のレベルは低くなる。又、逆に信号光(1)の伝搬路の状態が良い場合には、信号光(1)のレベルは高くなる。このため、信号光(1)のレベルは一定ではなく、レベル差があるということである。前記光合波器(4a)から出力される結合光(c)は光検

出器(5)で電気信号に変換され中間周波信号(b)が形成される。得られた中間周波信号(b)は中間周波増幅器(6)で増幅されたのちに2つに分岐される。そのうち一方は復調回路(8)を通じてベースバンド信号(d)になる。もう一方は、周波数分離器(7)に入力されたあと局発振光源(2)にフィードバックされ中間周波信号(b)の制御に用いられる。復調回路(8)が出力するベースバンド信号(d)は2つに分岐される。そのうち一方は鑑別回路(10)により再生されて、出力信号(e)となる。もう一方は振幅検出回路(12)に入力されて、ベースバンド信号(f)の振幅を検出して、検出信号を出力する。この検出信号を比較器(13)が入力する。比較器(13)は、検出信号から得たベースバンド信号(f)の振幅レベルとあらかじめ設定してある所定の振幅レベルとの差を検出する。例えばレベル差を検出すると、ベースバンド信号(f)の振幅を一定にするための制御信号(g)を光合波器(4a)に出力する。

つぎに、光合波器(4a)に入力された信号の動作

状態を第2図、第4図に基づき以下に述べる。

第2図において、端子(14)は強度が $P_s$ で第4図(a)に示すように信号光成分が

$$\sqrt{P_s} \cos \left[ \theta + \frac{\pi}{4} \right] \text{の信号光(1a)を入力する。}$$

一方、第2図の端子(15)は強度が $P_L$ で第4図(b)に示すように信号光成分が、

$$\sqrt{P_L} \sin \left[ \theta + \frac{\pi}{4} \right] \text{の局発光(a)を入力する。}$$

第2図において、この2つの信号はそれぞれ光導波路(21a)、光導波路(21b)で伝搬される。そして電極部(19)に電源(18)から電圧を印加すると2本の光導波路(21a)、(21b)の屈折率の変化が発生する。この屈折率の変化から伝搬定数差が変化し光結合量つまり信号光(1a)と局発光(a)との結合度比を変える。このようにして端子(16)から出力される信号光(1a)と局発光(a)との結合信号(c)の信号光成分の $\sqrt{P_s \cdot P_L} \cdot \cos(\theta)$ は、第4図(c)に示すように

$$\sqrt{P_s \cdot P_L} \cdot \cos(\theta) =$$

$$\sqrt{P_s} \cos \left[ \theta + \frac{\pi}{4} \right] + \sqrt{P_L} \sin \left[ \theta + \frac{\pi}{4} \right] \text{に}$$

なる。この結合信号(c)は光検出器(5)に入力される。この光検出器(5)ではヘテロダイン検波を行う。この光検出器(5)で得られる中間周波信号(b)の検波電流(Y)は第4図(d)に示すように

$$Y = \sqrt{P_s P_L} \cos \left[ \theta + \frac{\pi}{4} \right] \cdot \sin \left[ \theta + \frac{\pi}{4} \right] \\ = \frac{1}{2} \sqrt{P_s P_L} \sin 2 \left[ \theta + \frac{\pi}{4} \right]$$

である。

ここで $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4}$ になるように電極(19)にかかる印加電圧を変化させると検波電流は

$$\frac{1}{2} \sqrt{P_s \cdot P_L} \text{から0の範囲で変化する。}$$

なお、このときの光合波器(4a)の信号光(1a)と局発光(a)との結合比は1:1として、信号光のレベルは、基準レベルである。

## 特開平3-116120 (4)

つぎに第5図(a)のように、 $\theta = 0$ の状態では基準レベル信号光(1a)と比べてレベルの大きな信号光(1b)を光合波器(4a)が入射する場合を述べる。局発光(a)のレベルは第5図(b)に示すように入射信号光(1b)のレベルに関係なく一定である。そのため、出力は第5図(d)に示すように、光検出器(5)の出力である検波電流(X)は基準レベルの検波電流(Y)に比べてレベルの高い検波電流(X)になる。この場合、光検出器(5)の出力である検波電流について述べたが、信号レベルに関しては光合波器(4a)の出力についても同じ事が述べられる。

さて、第1図においてレベルの高い検波電流(X)は中間周波増幅器(6)で増幅されて、復調器(8)で復調される。この復調器(8)で復調された信号(f)も検波電流(X)と同様に基準レベルに比べて高くなっている。この復調された信号(f)いわゆるベースバンド信号(f)は、振幅検出回路(12)で振幅が検出される。この検出された信号は比較器(13)に入力され、基準レベルと比較する。

よく応答することができる。

ところで上記実施例ではヘテロダイン検波を行う受信器について述べたが、これはホモダイン検波を行う受信器についても同様の光合波器および制御部を用いることで上記実施例と同様の効果がある。

また上記実施例では光合波器(4a)として電気光学効果を利用した方向性結合器を用いることとしたが、これは結合比を高速かつ低電圧で変えることができる素子であればどのようなものを用いても上記実施例と同様の効果がある。

更にまた、上記実施例では第6図のように制御信号(g)の出力レベルは、従来の光受信回路の比較器(11)が偏光制御器(3)に対して出力する制御信号(h)の出力レベルと比べて小さくすることが可能である。

第7図はこの発明の他の実施例を示す図であり、この実施例はダイバーシティ方式を採用したものであり、第7図中、(24)は偏波分離器、(25)は加算器である。第7図において、あらかじめ偏

今回のレベルは前記で述べた様にレベルが高くなっているため、比較器(13)は、高くなったレベルを基準レベルにまでさげさせるための制御信号(g)を光合波器(4a)に出力する。

そして第2図において電極部(19)の電圧が変化し、2本の光導波路(21a)、(21b)の屈折率が変化する。この屈折率が変化して信号光(1b)と局発光(a)との結合比が変わる。例えば、基準レベルの信号光(1a)と局発光(a)との結合比を1:1にしていたのを信号光(1b)と局発光(a)との結合比を1:2に変化する事によって光合波器(4a)からの出力レベルを下げる事ができる。

このように信号光のレベルに応じて光合波器(4a)への印加電圧を制御すれば、電気回路に負担をかけずに光受信器のダイナミックレンジを拡大することができる。さらにこの光合波器(4a)は、電気光学効果を用いているため数十ピコ秒以下という非常に速い応答速度を持つ素子の実現が可能である。また構成も比較的簡単で、低電圧で動作できる。ゆえに、非常に速い光強度変化にも効率

波面を45°に傾けて設定された局発光(a)は、光合波器(4a)において信号光(1)と結合される。この光合波器(4a)から出力された結合光を偏波分離器(24)が、直交する2偏波に分離する。この2偏波については、それぞれの光検出器(5)で電気信号に変換されて、それぞれの復調器(8)で復調する。復調された信号は加算器(25)で加算されて、出力される。なお、偏波ダイバーシティ受信器については、例えば「アイ・オー・オー・ジー」83、1983年、6月27日～30日、予稿集第386～387ページ(I00C' 83, June 27-30, 1983, Technical Digest pp.386-387)において論じられている。

信号光(1)については、送信から受信までの伝送路において、環境、地理上等のさまざまな要因により、偏波面が変化する。

第8図は本発明の更に他の実施例を示すものである。本実施例では第1図における中間周波増幅器(6)の前段に自動利得可変増幅器(40)が付加され、制御器(41)によって電氣的にも信号レベルの

## 特開平3-116120 (5)

調整ができるようになっていいる。その他の構成は第1図の実施例と同様である。この様な構成にすれば、仮に第1図の実施例のダイナミックレンジを越えるような広い強度範囲を持つ信号光を受信する場合でも、自動利得可変増幅器(40)の利得を制御することにより、さらに広いダイナミックレンジをもつ受信器が構成できるようになる。

## 【発明の効果】

本発明は信号光の局発光とを結合手段で結合し、且つ結合手段の出力に基き制御手段により結合手段での結合を制御するように構成したので、信号光の早いレベル変化に対して的確に追隨できる効果がある。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例の概要を示すブロック図、第2図はこの発明の光合波器(4a)の斜視図、第3図はこの発明の光合波器(4a)の部分拡大図、第4図はこの発明の第1図、第2図、第3図に示された実施例における信号の動作状態を示す図、第5図はこの発明の第1図、第2図、第3図

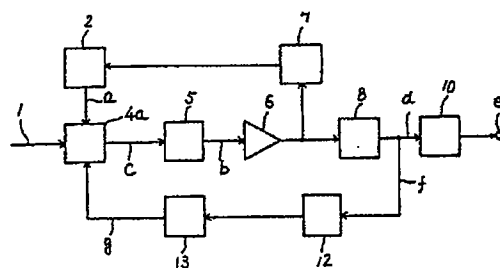
に示された実施例における、高いレベルの信号光(1b)を入力した時の信号の動作状態を示す図、第6図はこの発明の制御信号(e)と従来の光受信回路の制御信号(h)との電圧比較図、第7図はこの発明の他の実施例の概要を示すブロック図、第8図はこの発明の更に他の実施例の概要を示すブロック図、第9図は従来の実施例の概要を示すブロック図である。

図において(2)は局部発振器、(4a)は結合手段、(12)は制御手段、(13)は制御手段である。

なお、各図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

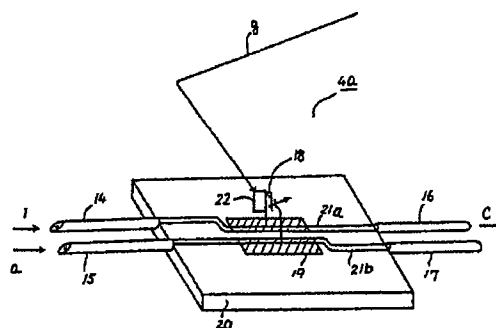
代理人 大 岩 増 雄

第1図

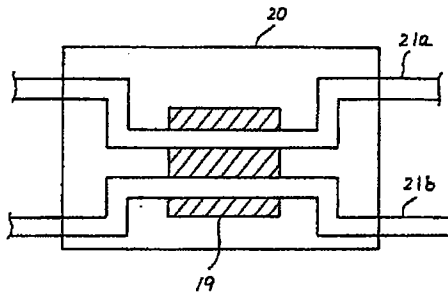
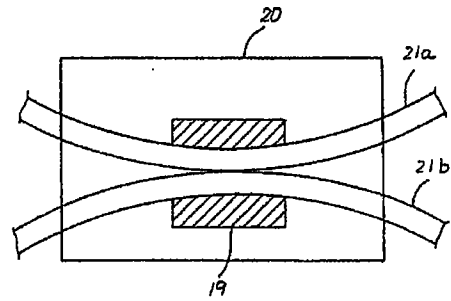


1:信号光  
2:局部発振器  
4a:結合手段  
12:制御手段  
13:制御手段

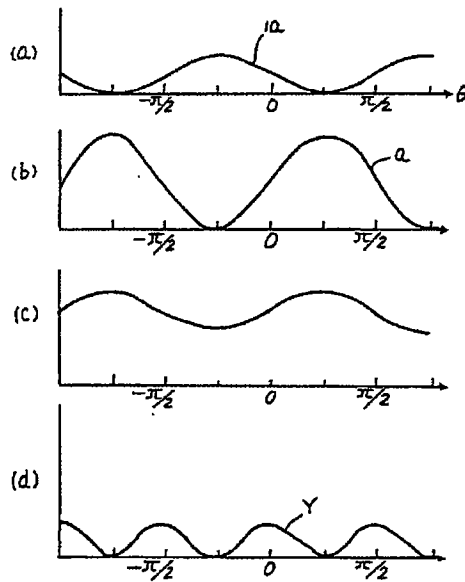
第2図



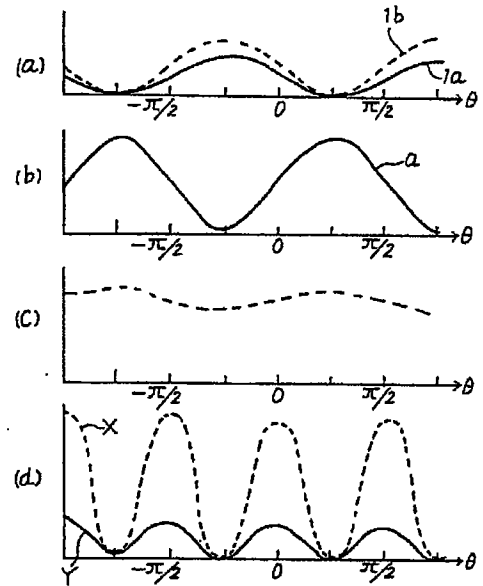
特開平3-116120 (6)

第3圖  
(a)第3圖  
(b)

第4圖

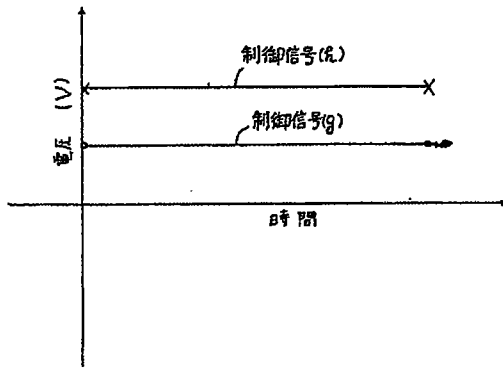


第5圖

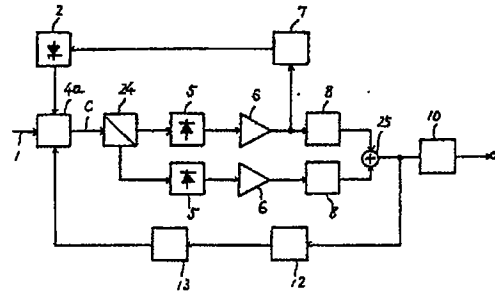


特開平3-116120 (7)

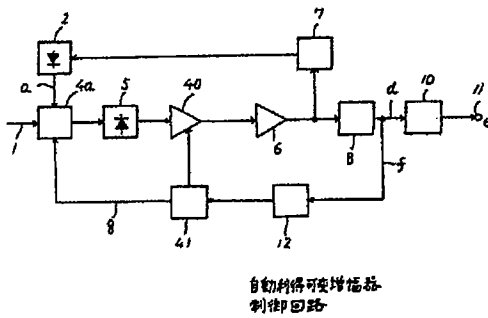
第 6 圖



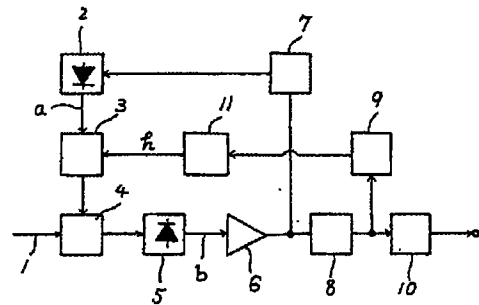
第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖



特開平3-116120 (8)

手続補正書(自発)

平成  
昭和 21 年 2 月 21 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 平  
特願 1-254767 号2. 発明の名称  
光受信回路

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人  
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
名 称 (601) 三菱電機株式会社  
代表者 志 岐 守 哉4. 代 理 人  
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
三 菱 電 機 株 式 有 限 公 司  
氏 名 (7375) 弁 理 士 大 岩 増 雄  
(連絡先03(213)3421特許部)

5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄、図面 方式 (審査)

2. 5. 22

6. 補正の内容

(1) 明細書をつぎのとおり補正する。

頁	行	訂 正 前	訂 正 後
6	19	接続する光ファイバ 一等の	接続する
7	1	接続する光ファイバ 一等の	接続する
7	5	(21b)の側面を	(21b)を
7	5~8	また、第3~ 研磨されている。	(削除)
7	14~ 15	信号光(1)とは、信号 (1)の	信号光(1)とは、例えば異 なる地点から送信された 信号光を順次受信する場 合に生ずる。信号光(1)の
9	2~4	端子04は~入力する。	端子04から入力された信 号光(1)のうち、例えば第 4図(a)に示すように $\sqrt{P_0} \cos(\theta + \frac{\pi}{4})$ の信号 光(1a)を端子04に出力 する。

頁	行	訂 正 前	訂 正 後
9	5~7	端子04は~入力する。	端子04から入力された局 発光(a)のうち、例えば第 4図(b)に示すように $\sqrt{P_0} \cos(\theta + \frac{\pi}{4})$ の局発 光(a')を端子04に出力す る。
9	7行 と8行 の間	(右記の文を挿入す る。)	なお、 $\theta$ は以下で述べる 低減定数であり、電極 部09に印加する電圧に比 例する。
9	10	信号光成分の	強度
10	9	$\cos 2(\theta + \frac{\pi}{4})$	$\cos 2\theta$
10	14~ 16	なお、~レベルであ る。	通常は電極部09に印加す る電圧は0、つまり $\theta = 0$ とし、 $\gamma$ が最大になるよ うに設定されている。
11	1~2	$\theta = 0$ ~ 信号光	信号光
11	3	(4a)が	(4a)に

(2) 図面の第3図、第4図及び第5図を別紙の  
とおり補正する。

7. 添付書類の目録

- (1) 補正した図面第3図 ..... 1通  
(2) 補正した図面第4図 ..... 1通  
(3) 補正した図面第5図 ..... 1通

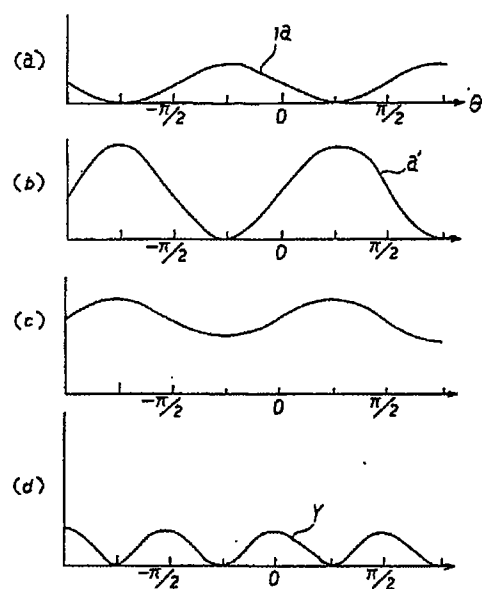
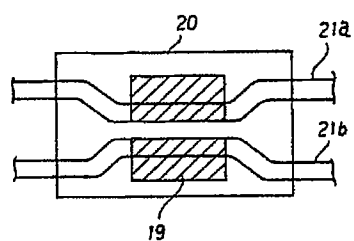
以 上



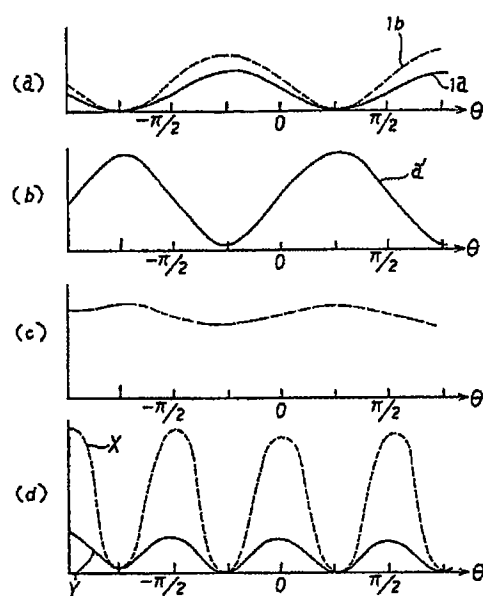
特開平3-116120 (9)

第 4 圖

第 3 圖



第 5 圖



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-116120  
 (43)Date of publication of application : 17.05.1991

(51)Int.Cl.

G02F 2/00  
 H04B 10/04  
 H04B 10/06

(21)Application number : 01-254767

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 29.09.1989

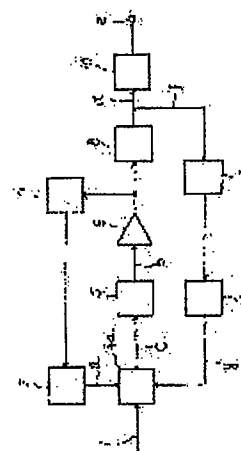
(72)Inventor : MIZUOCHI TAKASHI

## (54) OPTICAL RECEIVING CIRCUIT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To allow the exact follow-up to a quick level change of signal light by coupling the signal light and locally emitted light by a coupling means and controlling the coupling in the coupling means by a control means based on the output of the coupling means.

CONSTITUTION: This circuit has an optical multiplier 4a consisting of a directional coupler as the coupling means to output a coupling light signal, an amplitude detecting circuit 12 as a control means and a comparator 13 as a control means. The locally emitted light guided by a 1st waveguide and the signal light 1 guided by a 2nd waveguide are coupled by the coupling means 4a. This coupling is controlled by control means 12, 13 in accordance with the output of the coupling means 4a. The exact follow up to the high-speed change in the light intensity is executed in this way.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]